不同剂型酸化剂对哺乳母猪生产性能、初乳成分和肠道菌群结构的影响[1]

张婧婧　刘庚寿　李　伟　宋益贞　高　飞

（上海美农生物科技股份有限公司，上海 201807）

摘　要：本试验旨在比较 2 种不同剂型酸化剂对哺乳母猪生产性能、初乳成分和肠道菌群结构的影响。试验选择 30 头体况相近、预产期接近的 2～4 胎长大二元杂交母猪，随机分成 3 个组，每组 10 个重复，每个重复 1 头母猪。在试验期间各组母猪分别饲喂基础饲粮（对照组）、基础饲粮+0.3%吸附型酸化剂（A 组）、基础饲粮+0.1%微囊型酸化剂（B 组）。预试期 7 d（母猪分娩前 7 天）、正试期 26 d（从母猪分娩开始至泌乳结束）。结果表明：与对照组相比，A 组和 B 组母猪的泌乳期平均日采食量分别提高 4.9%（$P>0.05$）和 5.3%（$P>0.05$），仔猪断奶均重分别提高 2.6%（$P>0.05$）和 7.4%（$P<0.05$）。A 组和 B 组的母猪初乳中乳脂、乳蛋白、尿氮素、免疫球蛋白 G 和免疫球蛋白 A 含量均高于对照组（$P>0.05$），而乳糖含量则低于对照组（$P>0.05$）。与对照组相比，B 组母猪饲粮蛋白质消化率显著提高（$P<0.05$），且粪便中大肠杆菌数量显著降低（$P<0.05$）；A 组母猪粪便中大肠杆菌数量显著降低（$P<0.05$）。由此可见，微囊型酸化剂在提高仔猪断奶重以及哺乳母猪饲粮蛋白质消化率和改善肠道菌群结构方面有一定功效，而吸附型酸化剂在改善哺乳母猪肠道菌群结构方面有一定功效。

关键词：酸化剂；剂型；哺乳母猪；生产性能；初乳成分；肠道菌群结构

中图分类号：S828　　　　文献标识码：A　　　　文章编号：

在养猪业中，哺乳母猪有效营养物质摄入量不足导致母猪繁殖性能下降是当前养猪生产中存在的一大难题[1]，主要体现为泌乳量不足，影响仔猪的生长和断奶前的存活率[2]。除此之外，由于有效营养物质摄入量不足，母猪在哺乳期的失重一般较严重，体况下降明显，导

收稿日期：2016-12-05

作者简介：张婧婧（1993-），女，山西吕梁人，硕士，动物营养与饲料科学专业。E-mail： zjj1510@163.com

致断奶至发情时间延长，不发情，甚至可能缩短母猪的种用期。

提高哺乳母猪有效营养物质摄入量的方法之一是添加酸化剂，在哺乳母猪饲粮中添加酸化剂能够刺激肠道的蠕动，提高饲料的消化率，同时还可以提高母猪的泌乳量，有效提高母猪仔猪的免疫力[3]。众多研究已表明，提高泌乳期饲粮蛋白质水平后母猪失重减少[4-6]。酸化剂在畜禽生产中应用广泛，其主要作用是提高饲料蛋白质的利用率和改善肠道微生物菌群结构[7-9]，但提高哺乳母猪对饲料蛋白质的消化能力能否提高其采食量目前还未见报道。对断奶仔猪的研究发现，饲粮添加酸化剂能有效提高其采食量[10-11]，推测可能是由于使用酸化剂提高了猪对饲粮中蛋白质及其他营养物质的消化率[12]。与仔猪相比较，在哺乳母猪饲粮中使用酸化剂的研究相对较少，Kluge 等[13]研究发现在饲粮中添加 2%苯甲酸可以提高哺乳母猪对营养物质的利用率；Devi 等[3]研究发现添加饲粮中添加酸化剂可以影响哺乳母猪饲料利用率，改善肠道微生物区系。在仔猪方面的研究表明，不同加工方式的酸化剂对仔猪生长性能的影响程度不同，经过保护处理或缓释处理的酸化剂的应用效果明显好于普通吸附混合型的酸化剂[10]，但是在哺乳母猪方面到目前为止尚无这方面的报道。

本试验通过在饲粮中添加 2 种不同剂型酸化剂，研究其对哺乳母猪采食量、仔猪初生重和断奶重、初乳成分和粪便中大肠杆菌和乳酸杆菌数量影响的研究，期望能为广大饲料和畜牧工作者在哺乳母猪饲粮中选择和使用有效酸化剂产品提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验所用酸化剂采用吸附型和微囊型 2 种工艺进行加工，主要原料为富马酸（24.33%）、乳酸（4.49%）、苹果酸（4.87%）、苯甲酸（4.87%）、甲酸（6.92%）和丙酸（3.09%），其余成分为二氧化硅和棕榈油，酸化剂样品由上海美农生物科技股份有限公司进行加工及生产。

1.2 试验设计与饲养管理

试验选取 30 头大长杂交母猪（2~4 胎），按照母猪的预产期相近，体况、胎次、体重、

膘情均衡的原则，分为 3 组，每组 10 个重复，每个重复 1 头母猪。3 组分别为对照组（饲喂基础饲粮）、A 组（饲喂基础饲粮+0.3%吸附型酸化剂）、B 组（饲喂基础饲粮+0.1%微囊型酸化剂）。吸附型酸化剂和微囊型酸化剂的添加量依据预试验确定，不同添加量的吸附型酸化剂和微囊型酸化剂对哺乳母猪生产性能的影响分别进行了预试验，发现 0.3%吸附型酸化剂和 0.1%微囊型酸化剂对哺乳母猪的生产性能影响最为显著。

本试验在常州市美农农牧科技有限公司下设猪场进行。妊娠后期母猪分娩前 1 周用试验饲粮进行预饲，分娩后测定仔猪初生重并对仔猪进行适当调整（保证各组仔猪数量一致、初生重相当）后开始正式试验，每天 04:00、14:00 添加饲粮，饲喂方式采取湿拌料饲喂（酸化剂在饲喂前按比例添加到基础饲粮中），自由饮水，各组母猪饲养管理和饲养环境一致。饲养管理按照本试验所在猪场常规管理程序及免疫程序进行。所有仔猪均在 26 日龄断奶并测定断奶重。本试验共进行 33 d，其中预试期 7 d（母猪分娩前 7 天）、正试期 26 d（从母猪分娩开始至泌乳结束）。

1.3 基础饲粮

根据 NRC（1998）母猪哺乳期营养需要配制基础饲粮，其组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet （air-dry basis） %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	67.00
豆粕 Soybean meal	21.00
发酵豆粕 FSBM	4.00
豆油 Soybean oil	3.00
肠膜蛋白 DPS	1.00
预混料 Premix[1)]	4.00
合计 Total	100.00

营养水平 Nutrient levels[2)]	
消化能 DE/（MJ/kg）	14.25
粗蛋白质 CP	17.02
钙 Ca	0.82
有效磷 AP	0.37
可消化赖氨酸 DLys	0.83
可消化苏氨酸 DThr	0.51

[1)]预混料为每千克饲粮提供 Premix provides the following per kg of the diet：VA 5 000 IU，VB_6 10 mg，VD_3 250 IU，VE 60 IU，生物素 biotin 0.2 mg，叶酸 folic acid 2.5 mg，Cu （as copper sulfate） 15 mg，Fe （as ferrous sulfate） 150 mg，Mn （as manganese sulfate） 60 mg，Zn （as zinc sulfate） 150 mg，I （as potassium iodide） 0.3 mg，Se （as sodium selenite） 0.3 mg。

[2)]计算值 Calculated value。

1.4 试验样品采集

1.4.1 初乳样品

母猪分娩当天，分别从前、中、后 3 个部位的乳头采集初乳，每头 5 mL，样品采集后-20 ℃保存。

1.4.2 粪样

母猪泌乳第 15~17 天，采用部分收粪法，连续采集各组母猪粪便样品 3 d（饲养等各方面均正常），注意采样要有代表性，且干净无沙粒，采样后加入 10%盐酸固氮，保存在 0~5 ℃条件下备用。

1.5 指标测定

1.5.1 生产性能指标

母猪分娩后称量仔猪个体重，记录母猪总产仔数、窝产活仔数、窝产健仔数，计算仔猪初生均重；每天记录哺乳母猪采食量，计算母猪泌乳期平均日采食量(分娩至仔猪 26 日龄)；

仔猪 26 日龄断奶，称量断奶仔猪重量及记录仔猪数，计算仔猪断奶均重。

1.5.2　饲粮蛋白质消化率

使用盐酸不溶灰分法测定各组母猪对饲粮中蛋白质的消化率。

1.5.3　初乳中常规成分

用 MilkoScan™ FT2 多功能乳制品分析仪测定乳脂、乳蛋白和乳糖含量，由上海光明荷斯坦牧业有限公司检测尿素氮含量。

1.5.4　初乳中免疫指标

采用酶联免疫吸附试验（ELISA）法测定初乳中免疫球蛋白 G（IgG）、免疫球蛋白 A（IgA）含量，具体操作步骤参照试剂盒说明书，试剂盒购自上海蓝基生物科技有限公司。

1.5.5　粪便中总菌、大肠杆菌和乳酸杆菌数量

采用试剂盒提取粪便中总 DNA，根据 NCBI 中 GenBank 发表的基因序列，用 Primer Premier 5.0 软件设计不同细菌 16S rRNA 的上、下游引物（表 2），采用荧光定量 PCR 比较分析不同细菌数量变化[14]。

表 2　引物序列及参数

Table 2　Sequences and parameters of primers

基因 Genes	引物序列 Primer sequence (5′-3′)	退火温度 /℃	产物长度 Product size/bp
总菌 Total microbial	F:GCAGGCCTAACACATGCAAGTC R:TGCTGCCTCCCGTAGGAGT	60	314
大肠杆菌 *Escherichia coli*	F:GAGGCAGCAGTAGGGAATCTTC R:GGCCAGTTACTACCTCTATCCTTCTTC	61	126
乳酸杆菌 *Lactobacillus*	F:CATGCCGCGTGTATGAAGAA R:CGGGTAACGTCAATGAGCAAA	61	96

1.6　统计分析

试验数据用 Excel 2010 进行预处理后，用 SPSS 17.0 统计软件进行单因素方差分析（one-way ANOVA），试验结果以平均值±标准差表示，结果以 Duncan 氏法进行多重比较，

P＜0.05 表示差异显著。

2 结 果

2.1 不同剂型酸化剂对哺乳母猪生产性能的影响

由表 3 可知，A 组和 B 组的母猪泌乳期平均日采食量分别比对照组提高 4.9%（P＞0.05）和 5.3%（P＞0.05），而 A 组和 B 组之间基本一致（P＞0.05）。A 组的仔猪初生均重和断奶均重比对照组分别提高了 3.2%（P＞0.05）和 2.6%（P＞0.05），B 组的仔猪初生均重和断奶均重比对照组分别提高了 2.4%（P＞0.05）和 7.4%（P＜0.05）。B 组的仔猪断奶均重比 A 组提高 4.8%（P＞0.05）。

表 3 不同剂型酸化剂对哺乳母猪生产性能的影响

Table 3 Effects of different formulation acidifiers on performance of lactating sows

项目 Items	对照组 Control group	A 组 A group	B 组 B group
泌乳期平均日采食量 Average daily feed intake during lactation/kg	4.87±0.35	5.11±0.31	5.13±0.23
仔猪初生均重 Average birth weight of piglets/kg	1.25±0.07	1.29±0.06	1.28±0.07
仔猪断奶均重 Average weaning weight of piglets/kg	7.79±0.51[a]	7.99±0.42[ab]	8.37±0.27[b]

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著(P＞0.05)，不同小写字母表示差异显著(P＜0.05)，不同大写字母表示差异极显著(P＜0.01)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05), and with different capital letter superscripts mean significant difference (P＞0.01). The same as below.

2.2 不同剂型酸化剂对哺乳母猪饲粮蛋白质消化率的影响

由表 4 可知，A 组的母猪饲粮蛋白质消化率高于对照组，但差异不显著（P＞0.05）；B

组的母猪饲粮蛋白质消化率高于对照组和 B 组，且与对照组的差异达到显著水平（P<0.05）。

表 4　不同剂型酸化剂对哺乳母猪饲粮蛋白质消化率的影响

Table 4　Effects of different formulation acidifiers on dietary protein digestibility of lactating sows　%

项目 Item	对照组 Control group	A 组 A group	B 组 B group
蛋白质消化率 Protein digestibility	81.84 ± 3.41^{b}	84.51 ± 4.93^{ab}	88.20 ± 1.18^{a}

2.3　不同剂型酸化剂对哺乳母猪初乳成分的影响

由表 5 可知，A 组和 B 组的母猪初乳中乳脂、乳蛋白和尿氮素含量均高于对照组（P>0.05），而乳糖含量则低于对照组（P>0.05）；A 组和 B 组的母猪初乳中 IgA 和 IgG 含量均高于对照组（P>0.05）；A 组和 B 组的母猪初乳中乳脂、乳蛋白、乳糖、尿氮素和 IgA 含量基本一致，差异不显著（P>0.05）。

表 5　不同剂型酸化剂对哺乳母猪初乳成分的影响

Table 5　Effects of different formulation acidifiers on colostrum ingredients of lactating sows

项目 Items	对照组 Control group	A 组 A group	B 组 B group
乳脂 Milk fat/%	4.91±1.31	5.66±1.68	5.51±2.02
乳蛋白 Milk protein/%	4.95±0.45	5.21±0.57	5.22±0.55
乳糖 Lactose/%	6.67±0.34	6.36±0.57	6.23±0.62
尿素氮 Urea nitrogen/（mg N/dL）	3.90±0.17	4.01±0.13	3.99±0.12
免疫球蛋白 IgA/(μg/mL)	221.24±46.44	309.98±161.73	307.56±242.78
免疫球蛋白 IgG/(μg/mL)	317.70±144.18	423.08±104.64	485.31±383.78

2.4　不同剂型酸化剂对哺乳母猪粪便中总菌、大肠杆菌和乳酸杆菌数量的影响

由表 6 可知，A 组和 B 组的母猪粪便中总菌、乳酸杆菌数量均低于对照组（P>0.05），大肠杆菌数量显著低于对照组（P<0.05）；A 组和 B 组的母猪粪便中乳酸杆菌/大肠杆菌高于对照组（P>0.05）。

表 6　不同剂型酸化剂对哺乳母猪粪便中总菌、大肠杆菌和乳酸杆菌数量的影响

Table 6　Effects of different formulation acidifiers on total microbial, *Escherichia coli* and *Lactobacillus* counts in feces of lactating sows

项目 Items	对照组 Control group	A 组 A group	B 组 B group
总菌 Total microbial/（拷贝数/g）	7.48±0.16	7.10±0.50	7.15±0.22
大肠杆菌 *Escherichia coli*/（拷贝数/g）	5.26±0.53[a]	4.03±0.32[b]	4.61±0.24[b]
乳酸杆菌 *Lactobacillus*/（拷贝数/g）	4.42±0.27	3.77±0.47	4.02±0.43
乳酸杆菌/大肠杆菌 *Lactobacillus*/*Escherichia coli*	0.85±0.13	0.94±0.14	0.87±0.09

3　讨　论

3.1　不同剂型酸化剂对哺乳母猪生产性能的影响

哺乳母猪有效营养物质摄入量低会对仔猪的生长性能造成影响，同样也不利于提高母猪的繁殖性能和养猪的经济效益。母猪产仔后，需要分泌大量乳汁喂养仔猪，若哺乳母猪的营养物质摄入量不足，则难以满足泌乳的营养需要，因此哺乳母猪的有效营养物质摄入量在养猪中起着至关重要的作用。Liu 等[15]研究发现，在母猪饲粮中添加 0.5%、1.0%和 1.5%的柠檬酸对哺乳母猪的采食量提高有促进作用，且对仔猪断奶重的提高也有促进作用。在本试验中发现，在哺乳母猪饲粮中添加吸附型和微囊型酸化剂均可以提高母猪的泌乳期平均日采食量，与 Liu 等[15]的研究结果一致；此外，在哺乳母猪饲粮中添加 2 种剂型的酸化剂均可以提高母猪饲粮蛋白质的消化率，其中微囊型酸化剂组的饲粮蛋白质消化率显著高于对照组，这可能是由于微囊型酸化剂不仅可以在胃中释放发挥作用，而且也可以到达肠道持续释放，促进肠道消化酶的分泌，进一步提高蛋白质的消化率。同时，本试验还发现，在哺乳母猪饲粮中添加 2 种剂型的酸化剂后均可以提高仔猪的断奶均重，其中微囊型酸化剂组中仔猪的断奶均重显著高于对照组。由上结果可知，在哺乳母猪饲粮中添加酸化剂可以提高母猪的采食量、蛋白质消化率和仔猪断奶重，并且微囊型酸化剂的作用效果更优。

3.2　不同剂型酸化剂对哺乳母猪初乳成分的影响

初乳在新生仔畜体内有 2 个重要的生物学意义，即营养和免疫作用。初乳中含有大量的能量和生物活性物质，且比常乳中含有更多的干物质、蛋白质、脂肪和无机盐，脂肪微滴比常乳中小，更利于消化管的吸收[16]。刚出生的仔猪能量储存较低，需要消耗大量能量来适

应环境的改变，而母乳则是仔猪出生后 1~2 周及断奶前主要的能量来源，因此哺乳仔猪生长性能的好坏与母猪泌乳量的大小及乳品质的好坏有直接关系。有研究发现，在妊娠后期和哺乳期母猪饲粮中添加 1.5%柠檬酸可以显著提高初乳中乳蛋白的含量[15]。本试验发现，在哺乳母猪饲粮中添加酸化剂后，初乳中乳蛋白和乳脂含量均有上升的趋势，与 Liu 等[15]的研究结果一致，由于本试验是在母猪生产前 7 天的饲粮中开始添加酸化剂，所以推测若加长试验时间，初乳中乳蛋白和乳脂含量的上升趋势会更明显。

母猪胎盘属于上皮绒毛型，这造成了母源抗体无法传递给仔猪，因此初生仔猪获得被动免疫的唯一途径就是初乳。母猪初乳中含有 3 种免疫球蛋白，即免疫球蛋白 M(IgM)、IgG、IgA，其中 IgG 的含量与仔猪肠道、呼吸道等疾病感染有很大的关系，只能在母猪体内被分泌到初乳中进入仔猪体内，获得足够母源抗体 IgG 的仔猪感染肠道、呼吸道疾病的几率小、死亡率低[17]；IgA 是在肠道黏膜为机体提供保护作用的免疫球蛋白，可以减少仔猪大肠杆菌的感染[18]。Devillers 等[19]研究发现，初乳的摄入量是决定仔猪生存状况的主要因素，初乳通过提供能量和免疫保护来影响仔猪的成活率，并且潜在地长期影响仔猪的生长和免疫力。因此，初乳中免疫球蛋白含量的高低对仔猪的健康十分重要。在本试验中，哺乳母猪饲粮中添加 3 种剂型的酸化剂对母猪初乳中 IgG 和 IgA 的含量有升高作用，其中微囊型酸化剂组中 IgG 的含量要高于吸附型酸化剂组，这说明通过在哺乳母猪饲粮中添加酸化剂有助于初乳中 IgG 和 IgA 含量的升高，推测作用机理可能是由于添加酸化剂后提高了哺乳母猪子宫内 IgG 和 IgA 分泌细胞对 IgG 和 IgA 的分泌量，具体如何还待进一步研究。

3.3 不同剂型酸化剂对哺乳母猪肠道菌群结构的影响

动物胃肠道内存在大量的菌群，这些正常菌群在维护动物机体健康、养分利用和定植抗力等方面发挥着重要作用[20]。成年动物的肠道菌群结构一般被认为是稳定的，但哺乳母猪的不同的生产环境（妊娠、分娩和泌乳）影响着肠道菌群结构的平衡，而新生仔猪是无菌的，其体内的细菌可以从母猪粪便中获得[21]。Li 等[22]研究发现，在断奶仔猪饲粮中添加保护型有机酸可以有效减少粪便中大肠杆菌的数量。在本试验研究发现，在哺乳母猪饲粮中添加 2 种剂型的酸化剂均可以显著降低粪便中大肠杆菌的数量，与 Li 等[22]的结果一致，这说明饲料中的酸化剂在肠道内释放，降低了肠道内容物的 pH，而大肠杆菌的抗酸能力弱，致使其数量显著减少。Ahmed 等[7]研究发现，酸化剂不仅可以减少断奶仔猪粪便中大肠杆菌的数量，同时可以增加粪便中乳酸杆菌的数量，而本研究发现，酸化剂并未提高仔猪粪便中乳酸杆菌的数量，但乳酸杆菌/大肠杆菌却有上升的趋势，这可能是由于哺乳母猪的肠道菌群结构比仔猪的复杂的多，具体原因还需要进一步研究。由上述结果可知，酸化剂可以改变哺乳母猪

肠道内环境的 pH，并通过降低大肠杆菌的数量使得乳酸杆菌成为优势菌群，而乳酸杆菌是猪肠道中的优势菌，其可以改善肠道内环境的微生态平衡。因此，在饲粮中添加酸化剂可以改善哺乳母猪肠道菌群结构。

4 结 论

① 在哺乳母猪饲粮中添加吸附型酸化剂可以显著降低母猪粪便中的大肠杆菌数量，进而改善母猪肠道菌群结构。

② 在哺乳母猪饲粮中添加微囊型酸化剂可以显著提高仔猪断奶均重，显著提高母猪饲粮蛋白质消化率，显著降低母猪粪便中的大肠杆菌数量，进而改善母猪的生产性能和肠道菌群结构。

③ 微囊型酸化剂比吸附型酸化剂对哺乳母猪生产性能的影响更明显，在提高仔猪断奶重均和母猪饲粮蛋白质消化率方面更有效果，且微囊型酸化剂比吸附型酸化剂的添加量要低，因此建议哺乳母猪饲粮选用微囊型酸化剂。

致谢：感谢南京农业大学动物科技学院王恬教授实验室对本试验中样品分析给予的帮助。

参考文献：

[1] WANG J,YANG M, XU S,et al.Comparative effects of sodium butyrate and flavors on feed intake of lactating sows and growth performance of piglets[J].Animal Science Journal,2014,85(6): 683-689.

[2] THEIL P K,LAURIDSEN C,QUESNEL H.Neonatal piglet survival:impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk[J].Animal,2014,8(7):1021–1030.

[3] DEVI S M,LEE K Y,KIM I H.Analysis of the effect of dietary protected organic acid blend on lactating sows and their piglets[J].Revista Brasileira de Zootecnia,2016,45(2):39–47.

[4] HUANG F R,LIU H B,SUN H Q,et al.Effects of lysine and protein intake over two consecutive lactations on lactation and subsequent reproductive performance in multiparous sows[J].Livestock Science,2013,157(2/3):482–489.

[5] GESSNER D K,GRÖNE B,ROSENBAUM S,et al.Effect of dietary fish oil on the expression of genes involved in lipid metabolism in liver and skeletal muscle of lactating sows[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2016,100(2):337–347.

[6] KIM S W,WEAVER A C,SHEN Y B,et al.Improving efficiency of sow productivity:nutrition and health[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2013,4(1):26.

[7] AHMED S T,HWANG J A,HOON J,et al.Comparison of single and blend acidifiers as alternative to antibiotics on growth performance,fecal microflora,and humoral immunity in weaned piglets[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2014,27(1):93–100.

[8] PARTANEN K,SILJANDER-RASI H,PENTIKÄINEN J,et al.Effects of weaning age and formic acid-based feed additives on pigs from weaning to slaughter[J].Archives of Animal Nutrition,2007,61(5):336–356.

[9] WANG J P,YOO J S,LEE J H,et al.Effects of phenyllactic acid on growth performance, nutrient digestibility,microbial shedding,and blood profile in pigs[J].Journal of Animal Science, 2009, 87(10):3235–3243.

[10] 晏家友,贾刚,王康宁,等.缓释复合酸化剂对断奶仔猪消化道酸度及肠道功能的影响[J].畜牧兽医学报,2009,40(12):1747–1754.

[11] 卢娜,李娜,陈宝江,等.日粮中添加不同酸化剂对断奶仔猪的消化环境和生化指标的影响[J].饲料研究,2015(3):52–55.

[12] JONGBLOED A W,KEMME P A,MROZ Z.Phytase in swine rations:impact on nutrition and environment[C]//BASF technical symposium.Mount Olive,NJ：BASF，1996:44–69.

[13] KLUGE H,BROZ J,EDER K.Effects of dietary benzoic acid on urinary pH and nutrient digestibility in lactating sows[J].Livestock Science,2010,134(1/2/3):119–121.

[14] 杨美芬,王玉明,黄永坤,等.用细菌 16S rRNA 荧光定量 PCR 法检测肠道菌群的变化[J].中国微生态学杂志,2006,18(4):266–269.

[15] LIU S T,HOU W X,CHENG S Y,et al.Effects of dietary citric acid on performance,digestibility of calcium and phosphorus,milk composition and immunoglobulin in sows during late gestation and lactation[J].Animal Feed Science and Technology,2014,191:67–75.

[16] 李娟.初乳的化学成分与新生仔畜的健康[J].黑龙江动物繁殖,2004,12(4):39.

[17] CZECH A,GRELA E R,MOKRZYCKA A,et al.Efficacy of mannanoligosaccharides additive to sows diets on colostrum,blood immunoglobulin content and production parameters of piglets[J].Polish Journal of Veterinary Sciences,2010,13(3):525–531.

[18] 胡申华.免疫球蛋白 IgA 抵抗仔猪下痢的作用[J].国外畜牧学:猪与禽,1997(3):55–56.

[19] DEVILLERS N,LE DIVIDICH J,PRUNIER A.Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity[J].Animal,2011,5(10):1605–1612.

[20] ICAZA-CHÁVEZ M E.Gut microbiota in health and disease[J]. Revista de Gastroenterología de México：English Edition,2013,78(4):240–248.

[21] 向兴.饲粮中添加酸化剂对母猪繁殖性能、乳成分及免疫指标的影响[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2015.

[22] LI Z,YI G,YIN J,et al.Effects of organic acids on growth performance,gastrointestinal pH,intestinal microbial populations and immune responses of weaned pigs[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2008,21(2):252–261.

Effects of Different Formulation Acidifiers on Performance, Colostrum Ingredients and Intestinal Microbial Community Structure of Lactating Sows[2]

ZHANG Jingjing LIU Genshou LI Wei SONG Yizhen GAO Fei

（*Menon Animal Nutrition Technology Co., Ltd., Shanghai* 201807, *China* ）

Abstract: The object of this experiment was to compare the effect of two different formulation acidifiers on performance, colostrum ingredients and intestinal microbial community structure of lactating sows. Thirty 2 to 4 fetal Landrace×Large White sows which had similar body condition and expected date of delivery were randomly divided into 3 groups with 10 replicates per group, and each replicate had 1 sow. During the experimental period, the sows in 3 groups were fed basal diet (control group), the basal diet with 0.3% adsorption type acidifier (A group) and the basal diet with 0.1% microcystic type acidifier (B group), respectively. There was a pretrial period of 7 days (seven days before parturition) followed by an experimental period of 26 days (the onset of parturition to the lactation end of sows). The results showed that the average daily feed intake during lactation of sows in A and B groups was increased by 4.9% （$P>0.05$） and 5.3% （$P>0.05$), and the average weaned weight of piglets was increased by 2.6% ($P>0.05$) and 7.4% （$P<0.05$) compared with control group, respectively. The contents of milk fat, milk protein, urea nitrogen, immunoglobulin (Ig) A and IgG in colostrum of sows in A and B groups were higher than those in control group ($P>0.05$), while the Lactose content in colostrum was lower than that in control group ($P>0.05$). Compared with control group, the dietary protein digestibility of sows in B group was significantly improved （$P<0.05$）, and the *Escherichia coli* count in feces of sows in A and B groups was significantly decreased （$P<0.05$）. It is concluded that the microcystic type acidifier has a certain effect to improve the weaning weight of piglets, protein digestibility and intestinal microbial community structure of lactating sows, and the adsorption type acidifier has a certain effect to improve the intestinal microbial community structure of lactating sows.

Key words: acidifier; formulation; lactating sows; performance; colostrum ingredients; intestinal microbial community structure

Author, master, E-mail： zjj1510@163.com (责任编辑 菅景颖)